

UNTERSUCHUNG DER EPIDERMIS VON PTEROPSIDA-BLATT, MIT BESONDERER RÜCKSICHT AUF DIE EINHEIMISCHEN ARTEN

Von
I. MARÓTI

Aus dem Botanischen Institut der Universität, Szeged
(Eingegangen am 28. VIII. 1958.)

Einleitung

Die Klasse der Pteropsiden ist aus entwicklungsgeschichtlichem Gesichtspunkt wichtig, und die Struktur ihrer Epidermis kann eine wichtige Angabe für die Entdeckung der verwandschaftlichen Verbindungen sein.

In der Fachliteratur finden wir nur Einzelergebnisse über die Epidermis der Farne. MILDE (1857) teilt Angaben über die Blattepidermis einiger Arten der Genus *Botrychium* mit. SADEBECK (1898) hat neben der Besprechung der Entwicklung der Stoma von *Pteris flabellata* nur im allgemeinen Angaben über Epidermis der Farne mitgeteilt. LINSBAUER (1930) hat in seinem zitierten Werk über die Epidermis der Farnen nur einige Angaben mitgeteilt, weiter FLORIN (1931) hat die Blattstruktur mehrerer Arten der ausgestorbenen *Psilophyta* und *Pteropsida* beschreiben. OGURA (1938) hat die Epidermis der Blattstiele von Familien *Cyatheaceae*, *Polypodiaceae*, *Osmundaceae*, *Marattiaceae*, *Ophioglossaceae* aus dem Gesichtspunkt der Anwesenheit und Anordnung der Stomen vergleicht. Über die Blattepidermis teilt er nur im Allgemeinen Angaben mit. Über den Querschnitt der Farnenblätter gibt er auch Angaben in seinem zitierten Werk. Schliesslich STARZECZKI (1958) befasst sich bei der ökologischen Untersuchungen von *Asplenium trichomanes* und *A. ruta-muraria* mit morphologischen Veränderungen.

Aus der Literatur ist kein solches, zusammenfassendes Werk bekannt, welches die Blattepidermis der heute lebenden Pteropsiden besprechen möchte. Andererseits sind manche von den oben erwähnten Werken auf Ergänzung bedrängt. Also es schien die Untersuchung der Farnenblätter aus dem Gesichtspunkt der Entwicklung der Epidermis notwendig zu sein. Diese Untersuchungen können eine Hilfe den Paläontologen zur mehr exakten und leichteren Definierung der Blattaabdrücken, — welche in der letzten Zeit zum Vorschein gekommen sind —, bereiten.

Material und Methode

Das untersuchte Material:

Filicinae Eusporangiatæ

Ophioglossaceæ

1. *Botrychium lunaria* (L.) Sw. 2. *Botrychium matricariaefolium* (Retz.) A. Br.
3. *Botrychium multifidum* (Gmel.) Rupr. 4. *Ophioglossum vulgatum* L.

Marattiaceæ

5. *Angiopteris teysmaniana* de Vriese

Filicinae Leptosporangiatæ

Polypodiaceæ

6. *Woodsia ilvensis* (L.) R. Br. 7. *Cystopteris filix-fragilis* (L.) Borb. 8. *Struthiopteris filicastrum* All. 9. *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott. 10. *Dryopteris spinulosa* (Müll.) O. Ktze. 11. *Dryopteris thelypteris* (L.) A. Gray. 12. *Dryopteris phegopteris* (L.) Christens. 13. *Dryopteris oreopteris* (Ehrh.) Maxon 14. *Polystichum setiferum* (Forsk.) Moore ex Woy. 15. *Polystichum lobatum* (Huds.) Chevall. 16. *Athyrium filix femina* (L.) Roht. 17. *Phyllitis scolopendrium* (L.) Newm. 18. *Asplenium trichomanes* L. 19. *Asplenium ruta-muraria* L. 20. *Asplenium viride* Huds. 21. *Asplenium septemtrionale* (L.) Hoffm. 22. *Asplenium adiantum-nigrum* L. 23. *Ceterach officinarum* Lam. & DC. 24. *Notholaena marantæ* (L.) R. Br. 25. *Blechnum spicant* (L.) Roth. 26. *Polypodium vulgare* L. 27. *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. 28. *Platyserium alcicorne* Gaud. 29. *Polypodium aureum* L. 30. *Asplenium nidus* L.

Marsileaceæ

31. *Marsilea quadrifolia* L.

Es wurde lebendiges und aus Herbarium genommenes Material untersucht. Die Präparaten wurden von Epidermis-Häuten hergestellt, diese wurden in der Rücksicht des Zellinhaltes und nach dem Entfernen des lebendigen Zellinhaltes auch strukturell untersucht. Das lebendige Zellinhalt ist in der folgenden Weise zu auflösen: Die Häuten wurden aus destillierten Wasser auf 3 Minuten in 40 %ige H_2SO_4 gelegt, danach auf 5 Minuten in 10 %ige alkoholische Lösung von Chloralhydrat (Wasser: Alkohol = 3:1), dann werden die Epidermis-Stückchen auf 5—10 Minuten in verdünnte Natriumhypochlorit-Lösung gelegt. Waschen wir sie in 20 % Alkohol durch, und schliesslich können wir nach Spülung im dest. Wasser schöne, reine, zur Färbung geeignete Präparate bekommen. Die Rektifikation nach *Sárkány* (1951) hat nicht in jedem Fall bei der Untersuchung von Epidermis befriedigende Ergebnisse gegeben, die Methode nach *Ujhelyi* (1954) ist zu den dünnen Farnenblätter nicht geeignet.

In der vorliegenden Arbeit befasste ich mich mit den entwicklungsgeschichtlichen Merkmalen der unterscheidbaren Typen von Farne-Epidermis, die eingehende Beschreibung der untersuchten Arten folgt in einer späteren Arbeit.

- Tafel I. 1. *Botrychium matricariaefolium* (Retz.) A. Br. Unter Ep. 200x.
 2. *Botrychium multifidum* (Gmel.) Rupr. Unter Ep. 200x.
 3. *Botrychium lunaria* (L.) Sw. Unter Ep. 200x.
 4. *Botrychium matricariaefolium* (Retz.) A. Br. Ober Ep. 200x.
 5. *Ophioglossum vulgatum* L. Unter Ep. 100x.
 6. *Ophioglossum vulgatum* L. Ober Ep. 150x.
 7. *Angiopteris teysmaniana* de Vriese Unter Ep. 200x.
 8. *Angiopteris teysmaniana* de Vriese Ober Ep. 200x.
 9. *Polypodium vulgare* L. Unter Ep. 150x.

Tafel I.



Ergebnisse

I. Unterscheidung der Epidermis-Typen

Filicinae Eusporangiatæ

A) *Botrychium* Typ. Charakterisierung: Das Blatt ist amphistomatisch. Die Epidermiszellen sind eckig, verlängert. Stoma ist haplocheil acyklisch, die Schliesszellen werden von fünf, sieben, oft von sechs Epidermiszellen umgeben. Kutikula ist dick.

Die radiale Wand der Unter-Epidermis ist wellig. LINSBAUER (7) hat festgestellt dass (nach MOLISCH) sind in den Epidermiszellen findbaren Elaio-Plastis von *Botrychium virginianum*, *B. ternatum* und *Ophioglossum vulgatum*, Fett und Eiweisskörper zu finden. Meine Untersuchungen haben das befestigt. Auch in Epidermis von *Botrychium matricariaefolium* und *B. multifidum* habe ich Elaio-Plastis gefunden.

Die von MILDE (8) mitgeteilten Zeichnungen über die *Botrychium*-Arten sind nicht präzise. Nach seiner Meinung liegen die Spaltöffnungsapparate in der Fläche der Epidermis. Nach der Untersuchung von mehreren Individuen einer Art habe ich es so gefunden, dass die Stomen eingesunken sind. Die Gestalt der Epidermiszellen ist in dem Buch von MILDE auch nicht präzise gezeichnet (Taf. I./1.—6.).

B) *Angiopteris*-Typ. Es ist charakteristisch auf die zu *Marattiaceae* gehörende *Angiopteris teysmaniana*: Hypostomatisches Blatt, die Ober-Epidermis hat zwei Epidermisschichten, die Unter-Epidermis hat einen heterogenen Aufbau, die Stoma ist haplocheil amphicyklisch. Die radiale Wand der oberen Zellen von Ober-Epidermis ist eckig, sie ist von dicker Kutikula bedeckt, die radiale Wand der unteren Zellen ist wellig. Die Unter-Epidermis besteht aus fünferlei Zellen:

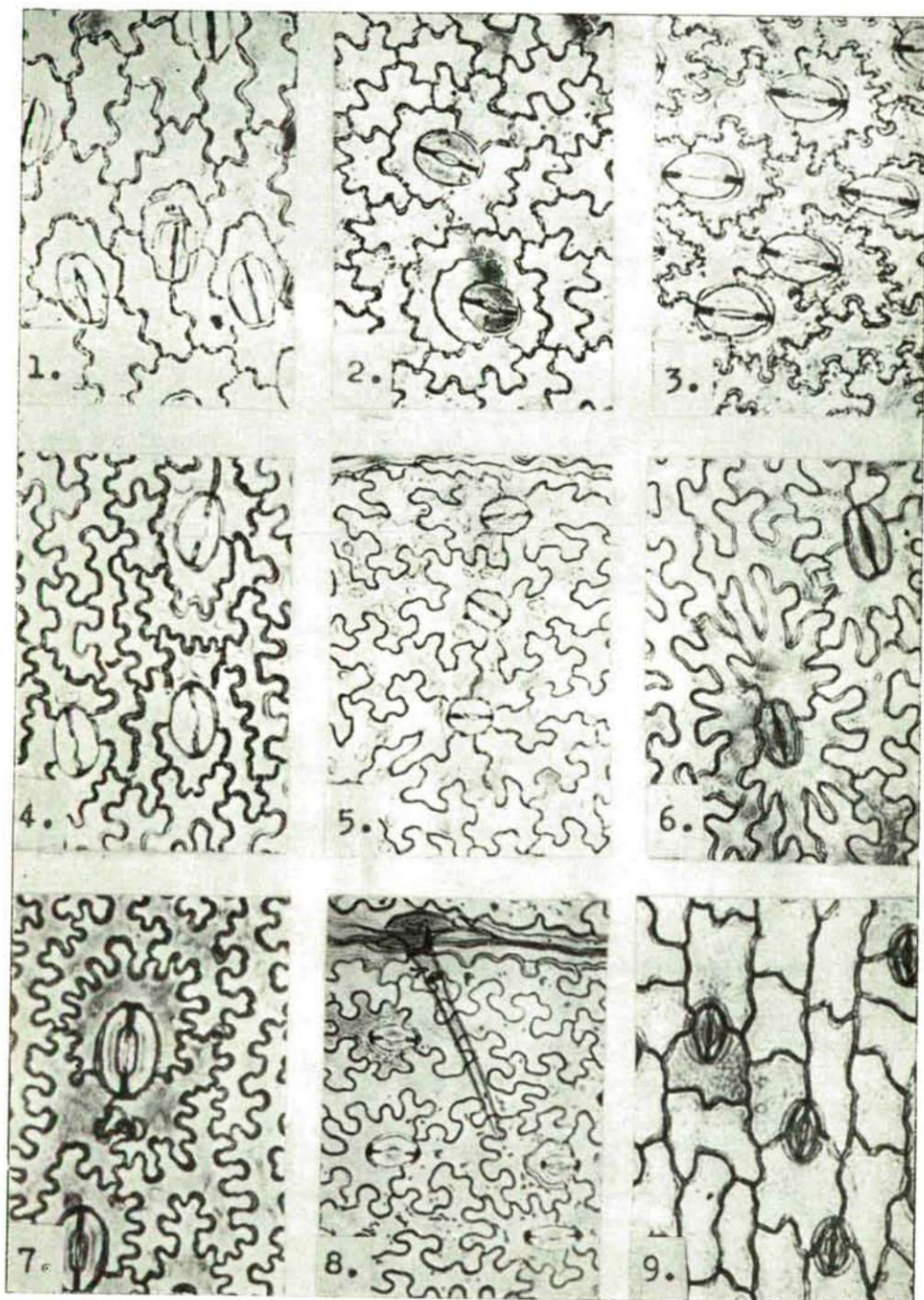
a) Schliesszellen, b) eckige Nebenzellen, mit geringem Chloroplast, c) Epidermiszellen mit welligen Wänden, d) spezielle, abgerundete, relative kleine Zellen, welche Kieselkörper (SiO_2) in nicht kristallisierter Form enthalten. OGURA (9) hat festgestellt dass (nach CHRIST und GIESENHAGEN) kommen Kieselkörper in Epidermis ausschliesslich bei Genus *Danaea* und *Christensenia* vor. (LINSBAUER (7) hat festgestellt dass (nach MOLISCH) enthält die *Angiopteris evecta* auch Kieselkörper. e) Die prosenchimatischen Stereiden unter der Blattader (Taf. I./7.—8.)

Filicinae Leptosporangiatæ

Auf die in *Polypodiaceae* gehörenden Farnen ist charakteristisch: Hypostomatisches Blatt, die radialen Wände der Epidermiszellen sind wellig, Stoma

- Tafel II. 1. *Asplenium trichomanes* L. Unter Ep. 200x.
 2. *Phyllitis scolopendrium* (L.) Newm. Unter Ep. 150x.
 3. *Blechnum spicant* (L.) Roth Unter Ep. 150x.
 4. *Polystichum setiferum* (Forsk.) Moore ex Woyнар Unter Ep. 200x.
 5. *Dryopteris thelypteris* (L.) A. Gray 150x Unter Ep. 150x.
 6. *Athyrium filix-femina* (L.) Roth. Unter Ep. 150x.
 7. *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott. Unter Ep. 200x.
 8. *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn Unter Ep. 150x.
 9. *Marsilea quadrifolia* L. Ober Ep. 300x.

Tafel II.



haplocheil monocyclisch, die Schliesszellen sind von zwei, oder oft von drei Epidermiszellen umgeben.

Die Längsachse des Spaltöffnungsapparates bei den in Familie *Polypodiaceae* gehörenden Farnen ist parallel mit der Blattader, und zwischen den zwei anschliessenden polarischen Zellen gibt es ein Unterschied in Gestalt und Grösse. Es ist zweckmässig die polarische Zelle auf der Seite der Hauptader als zentripolarisch, die auf der Seite des Blattrandes als marginipolarische Zelle benennen. Die zentripolarische Zelle ist immer zu finden, und sie nimmt die Schliesszellen in grösserer Masse um, als die marginipolarische Zelle, die auch fehlen kann.

In der Rücksicht auf die Epidermis-Struktur der untersuchten *Polypodiaceae*-Arten können wir zwei Haupttypen unterscheiden:

A) Der *Asplenium* Typ ist in Folgenden zu charakterisieren: Die radiale Wand der Zellen ist wellig, mit der Steigerung der Welligkeit bildet sich »Epidermis-Zahn«. Die radiale Wand der Zentripolarischen Zelle ist nicht immer wellig. Das Spaltöffnungsapparat wird in meisten Fällen von 2—3 Epidermiszellen umgeben (Taf. I./9., II./1., 2.).

In diesen Typ sind zu reihen: die Genera *Asplenium*, *Polypodium*, *Phyllitis*, *Ceterach*, *Platyserium*.

B) Der *Dryopteris*-Typ ist in Folgenden zu charakterisieren: Die radiale Wand der Zellen bildet im Folge der »T«, bzw. »V« förmige Verbreitung des Epidermis-Zahnes eine Epidermis-Verknüpfung. Die radiale Wand der zentripolarischen Zelle ist wellig, das Spaltöffnungsapparat wird von 3—4 Epidermiszellen umgeben. (Taf. II./3., 4.). Zu diesem Typ sind zu reihen: die Genera *Dryopteris*, *Athyrium*, *Polystichum*, *Cystopteris*, *Woodsia*, *Pteridium*, *Blechnum*.

Blechnum spicant zeigt einen Übergang zwischen den zwei Typen, in den einzelnen Typen sind weitere Nebentypen zu unterscheiden.

Marsileaceae

Auf den *Marsilea* Typ ist charakteristisch: das amphitomatisches Blatt, die Ober-Epidermis ist ein wenig verlängert, eckig, die Unter-Epidermis ist wellig. Die Stomen sind haplocheil acyclisch, die Schliesszellen sind von drei Epidermiszellen umgeben. (Taf. II./9.).

Bei der Untersuchung des Epidermis-Zelleninhaltes habe ich erfahren, dass die Zellen in jeden Fall Chloroplasten enthalten, auch bei den solchen Xerophyten, wie: *Ceterach officinarum*, *Woodsia ilvensis*, *Notholaena marantae*. Der Chloroplastengehalt der Epidermis wird mit der Schatten- und Wasser-liebenden Lebensweise erklärt. (7 und 12). Diese Erklärung entspricht im Falle dieser Arten nicht.

Besprechung der Ergebnisse

1. Die Epidermis der untersuchten Pteropsiden ist nicht einheitlich, sie unterscheidet sich in mehreren Typen. Die Epidermistypen sind in meisten Fällen auf die Familien charakteristisch, wie z. B. bei *Ophioglossaceae*, *Marrattiaceae* und *Marsileaceae*. Die Epidermis der Familie *Polypodiaceae* unterscheidet sich in 2 Typen.

2. Die einzelne Typen sind leicht zu unterscheiden, in den Typen sind weitere Nebentypen zu beobachten, welche in meisten Fällen den Genera entsprechenden.

3. Die Epidermis-Type und Neben-Type zeigen einen Übergang ineinander:

a) Der *Botrychium* Typ, aber besonders die Epidermis-Struktur von Genus *Botrychium* zeigt eine grosse Ähnlichkeit mit der Epidermis der von FLORIN mitgeteilten (3) *Psilophyton princeps*. Andererseits ist die Stomastruktur derselben der in die Familie *Marattiaceae* eingereihte *Angiopteris teysmaniana* ähnlich. Im Typ von *Botrychium* ist auch ein Übergang zu beobachten. Die Epidermis von *Ophioglossum vulgatum* kann aus der Epidermis-Struktur *Botrychium* abgeleitet werden.

b) Aus dem *Asplenium* Epidermis Typ ist der *Dryopteris* Typ zu ableiten.

4. Die Entwicklung der Stoma-Strukturen von untersuchten Pteropsiden ist vom haplocheil acyklischen Typ zum haplocheil cyclischen Typ zu beobachten (2).

5. In der Veränderung der Epidermis-Struktur ist die Tendenz zu beobachten, dass während der Entwicklung die eckigen, flachen radialen Wände der Epidermiszellen in unregelmässige Formen mit welligen Wänden übergehen.

Zusammenfassung

Die Epidermis der Farne ist — mit entsprechender Kritik — zur Entdeckung der verwandtschaftlichen Verbindungen zu benützen.

Nach der Struktur der Epidermis von untersuchten Pteropsiden sind fünf grössere Type zu unterscheiden, Zwischen den Epidermis-Typen sind Übergänge zu beobachten.

Schrifttum

- (1) Andreánszky, G.: (1953) Ösnövénytan, Akad. Kiadó, Budapest.
- (2) Boureau, E.: (1954) Anatomie vegetale, Paris.
- (3) Florin, R.: (1931) Untersuchungen zur Stammesgeschichte der Coniferales und Cordaitales. Almquist et Wiksels, Stockholm.
- (4) Fukarek, F.: (1955) Die Farne, Wittenberg Lutherstadt.
- (5) Futó, M.: (1909) A páfrányok most és hajdan, szerepük a természetben és az emberiség történetében, Budapest.
- (6) Greguss, P.: The leaf epidermis of the Cycadales, Acta Biol. Szeged 3, 151—164 (1957).
- (7) Linsbauer, K.: (1930) Die Epidermis. In Handbuch der Pflanzen-Anatomie. Gebr. Bornträger, Berlin.
- (8) Milde, J.: (1857) Die Gefäss-Cryptogamen in Schlesien.
- (9) Ogura, Y.: (1938) Anatomia der Vegetationsorgane der Pteridophyten, Gebr. Bornträger, Berlin.
- (10) Sadebeck, R.: (1898) Pteridophyta, In Engler, A.-Prantl, K.: Die nat. Pflanzenfam., Leipzig.
- (11) Sárkány, S.—Filló, Z.: Kvantitativ mikroszkópi vizsgálatok gyógynövények és hamisítványok lomlevelén. Ann. Biol. Univ. 1, 107—118 (1951).
- (12) Sennyikov, A. P.: (1953) A növények ökológiája, Akad. Kiadó, Budapest.
- (13) Starzecki, W.: The influence of the microclimate of the caves on the morphology, anatomy and physiology of *Asplenium trichomanes* L. and *A. rutamuraria* L. Acta Societatis Botanicorum Poloniae. 27, 221—247 (1958).
- (14) Ujhelyi, J.: Újabb eljárás a szálal-levelű egyszikűek, különösen a *Gramineae*-család epidermisz-szövettani vizsgálatához. Botanikai Közl. 45, 227—230 (1954).